

Intégrer les aspects situés de l'activité dans une ingénierie cognitive centrée sur la situation d'utilisation

Jean-Baptiste Haué

UCSD, Cognitive Science Department,
9500 Gilman Drive, La Jolla, CA, 92093, USA
jb.haue@free.fr

RÉSUMÉ

Les approches classiques de conception, notamment en génie logiciel, s'appuient sur une décomposition fonctionnelle de l'artefact, très puissante. Cette dernière ne permet par contre d'incorporer les connaissances sur l'activité qu'en termes symboliques. En réaction, un paradigme alternatif s'est constitué pour restituer les aspects situés de l'activité révélés par les études empiriques. La formalisation de ces connaissances en modèles informatiques, nécessaires pour la conception, se révèle malheureusement difficile. La théorie du couplage structurel fournit alors un cadre théorique et méthodologique pour articuler ces deux approches. Elle permet de fonder une démarche d'ingénierie cognitive centrée sur la situation d'utilisation, qui accompagne la formalisation des connaissances situées dans les modèles pour la conception.

MOTS-CLÉS

Conception, IHM, action située, analyse orientée objet, ingénierie cognitive

ABSTRACT

Integrating situated aspects of activity in a cognitive engineering approach centered on situation of use

The classical design approaches, especially in computer design, use a functional decomposition of the artifact, which is very powerful but only integrates knowledge about the activity in symbolic terms. An alternative paradigm has then been developed to reconstitute the situated aspects of activity, brought by empirical studies. But obtaining the formalized models, necessary for design, is difficult. The structural coupling theory provides a theoretical and methodological framework to articulate these two approaches. A cognitive engineering, centered on the situations of use, is founded in order to guide the formalization of situated knowledge in computer models.

KEYWORDS

Design, HCI, situated action, object oriented analysis, cognitive engineering

Introduction

Une partie du problème posé en conception informatique est de construire un artefact à partir des technologies disponibles : plates-formes, langages de programmations, boîtes à outils, etc. Cependant, toute utilisation d'un appareil est insérée dans un contexte matériel et social dont il faut respec-

ter les usages établis et les enjeux de pouvoir. Un artefact construit uniquement selon une approche technologique risque de poser des problèmes à ses utilisateurs.

La conception centrée utilisateur fondée par Norman (Norman, & Draper, 1986) explore l'autre partie du problème, qui consiste à obtenir les spécifications que doit respecter la construction technologique pour répondre effectivement aux besoins de l'utilisateur. Sous ce terme se regroupent en fait de nombreux courants IHM, basés sur la psychologie cognitive, des théories comme l'*Activity Theory*, l'utilisation de Scénario, etc., comme recensés par exemple dans (Carroll, 2003), mais aussi le *Participatory Design*, des méthodes et notations de génie logiciel ou encore des approches de gestion de projet issues des pratiques industrielles.

Dans ce débat, le courant de l'action/cognition située est venu critiquer la capacité des formalisations symboliques à capturer tous les aspects de l'activité pertinents pour la conception et, plus spécifiquement, la métaphore computationnelle de l'esprit. Une description en terme de traitement d'information serait insuffisante pour rendre compte de la dynamique émergente de l'activité selon le contexte matériel et social (Suchman, 1987 ; Winograd, & Flores, 1989). Ainsi, il serait nécessaire de centrer non seulement la conception vers l'utilisateur mais aussi vers la situation dans laquelle il se trouve. La CCCA, Conception Centrée sur le Cours d'Action (Theureau, & Jeffroy, 1994), propose de répondre à ces critiques grâce au paradigme constructiviste fourni par la théorie du couplage structurel (Maturana, & Varela, 1994). Les aspects situés de l'activité sont étudiés grâce à une analyse des régularités des perturbations de l'environnement sur l'expérience de l'utilisateur, lors de l'utilisation d'artefacts existants ou de situations plus expérimentales (évaluation de prototype par exemple).

L'intégration des résultats d'une étude située de l'activité se montre néanmoins problématique. En effet, les aspects émergents de l'activité sortent du cadre du raisonnement symbolique, qui en constitue la partie facilement modélisable. Cet article présente un cadre de conception, issu de Haue, (2003a), qui vise à intégrer des études situées de l'activité dans une approche de génie logiciel, en prolongeant la CCCA et les pratiques de conception d'interface homme machine à EDF (Brisson, Cadet, Faveaux, et al., 1997 ; Haradji, Haué, & Suignard, 1998 ; Brisson, Faveaux, Haradji, et al., 1999 ; Bonneau, Brisson, Lorteau, et al., 2003). Pour traiter la formalisation des connaissances situées de l'activité en modèles informatiques, cet article restitue la problématique d'opposition de l'action/cognition située. Deux mouvements sont ainsi distingués dans les deux premières parties. Le premier part de la construction technologique de l'artefact pour aller chercher des contraintes issues de connaissances sur l'activité. Le second étudie l'activité, notamment dans ses aspects situés et émergents, pour définir les besoins que l'artefact devra satisfaire. Ces deux mouvements, que toute approche centrée utilisateur se doit d'articuler d'une manière ou d'une autre, sont distingués et spécifiés de manière à fournir les éléments pour leur intégration, dans la troisième partie, par la démarche de conception proposée.

L'étude de l'utilisation et la conception de gestionnaires d'énergie fournissent une illustration au fil du texte. Un gestionnaire d'énergie est un appareil qui pilote notamment le chauffage dans le logement. Son introduction suppose une transformation des usages de la famille et l'émergence de nouvelles pratiques, particulièrement pour les modèles imposant une programmation du chauffage. Les interfaces de modèles encore installés il y a quelques années (figure ci-dessous) expliquent, avec d'autres facteurs, les importantes difficultés rencontrées par les utilisateurs et, dans certains cas, le rejet de l'appareil. Le projet Multi-Accès mené à la R&D d'EDF a permis d'explorer comment les NTIC permettraient d'améliorer les services de gestion d'énergie et les rendre plus accessibles. L'étude de la transformation des pratiques des familles et les évaluations de prototypes ont mené à la spécification de services Multi-Accès, déclinés sur différents types de supports (reconnaissance vocale, boîtiers tactiles, pages web, etc.).



Figure 1.- Exemple de gestionnaire d'énergie.
Les boutons en bas permettent la programmation du chauffage.

1.- Un mouvement de conception centré sur l'artificiel

Dans son ouvrage *The science of the Artificial*, Simon réduit la complexité de la conception par une décomposition hiérarchique de l'artefact à concevoir (Simon, 1969). Il décrit les différentes étapes de la conception :

1. Représenter l'état souhaité du monde en termes de fonction à remplir par l'artefact et des contraintes de l'environnement à respecter.
2. Rechercher une décomposition de l'artefact en composants (eux-mêmes décrits par leurs fonctions) relativement indépendants de l'ensemble.
3. Concevoir empiriquement chaque composant afin de respecter les contraintes d'utilisation et celles issues de la décomposition, en réutilisant si possible tout ou partie de solutions éprouvées.
4. Assembler les composants et résoudre empiriquement les problèmes issus de cette intégration.

Simon souligne la nécessité de mener des études empiriques pour identifier les bonnes fonctions et la difficulté de trouver une décomposition adéquate de l'artefact. Mais les premiers modèles utilisés en génie logiciel, comme le modèle en V de la Figure 2 : Cycle de développement en V de l'AFCIQ d'après (Larvet, 1994). Les numéros dressent le parallèle avec les étapes de Simon., formalisent les cycles de développement en les réduisant à un processus linéaire. Ils ne laissent comme place pour l'utilisateur que les spécifications considérées comme acquise en entrée du processus.

De nombreux progrès depuis ce modèle ont permis une meilleure intégration de l'utilisateur. Tout d'abord, la difficulté de trouver du premier coup la décomposition qui assure à la fois le bon fonctionnement de l'artefact et le respect des contraintes a mené à des modèles en spirales. Par exemple, le modèle de Boehm (1988) boucle l'évaluation d'un prototype (étape 4) avec un nouveau cycle de conception. Il permet une mise au point progressive jusqu'à la version finale permettant l'intégration des évaluations de prototype utilisées dans les démarches de conception centrées utilisateur. En parallèle, les commanditaires et chefs de projet sont devenus de plus en plus sensibilisés à la question de la qualité pour l'utilisateur.

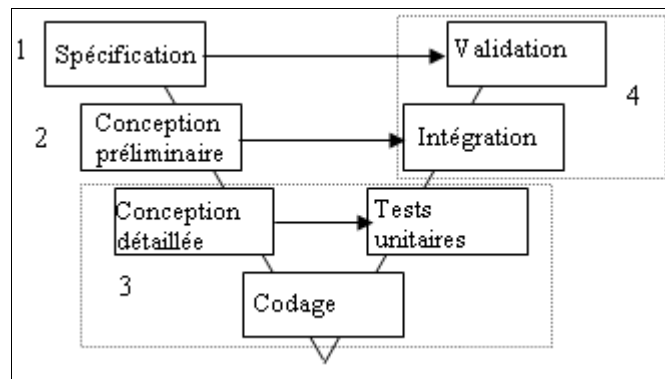


Figure 2.- Cycle de développement en V de l'AFCIQ d'après (Larvet, 1994).
Les numéros dressent le parallèle avec les étapes de Simon.

D'important progrès ont également été amenés par la programmation orientée objet, puis par les travaux dans le domaine des Interfaces Hommes Machines (IHM).

1.1.- Une décomposition fonctionnelle de l'artefact

La décomposition hiérarchique fonctionnelle possède des avantages puissants. A chaque niveau de la décomposition, les éléments sont décrits par leurs fonctions sans avoir besoin de préciser leurs mécanismes internes. Il est ainsi possible de vérifier le respect des contraintes avant de choisir les solutions. Simon propose de fonder cette décomposition fonctionnelle sur une étude systémique de l'activité humaine. Il considère que l'être humain interagissant avec son environnement est un système, sinon décomposable, au moins quasi-décomposable. A partir de là, la planification des actions de l'utilisateur peut se décomposer en buts et sous-buts. La décomposition fonctionnelle de l'étape 1 peut se faire de manière à répondre à ces buts et sous-buts tout en spécifiant le découpage de l'artefact de l'étape 2.

Le gestionnaire d'énergie peut dans cette approche se caractériser par sa finalité à gérer les différents appareils du logement¹. Il peut être décomposé en sous fonctions correspondant aux opérations qu'il permettra à l'utilisateur de réaliser et indiquant les différents éléments de l'artefact à intégrer :

- *Délestage de la consommation* quand elle dépasse un certain seuil, en alternant le fonctionnement des appareils non indispensables (chauffe-eau par exemple). Cela permet de baisser la puissance maximale consommée et d'obtenir un tarif plus économique en évitant les courts-circuits.
- *Pilotage centralisé du chauffage* pour changer l'état de tous les appareils sans avoir à les manipuler un par un.
- *Programmation des appareils* (notamment du chauffe-eau et du chauffage) pour qu'ils puissent répondre aux besoins en consommant au moment où le tarif est le moins cher.
- *Pilotage à distance*, par téléphone ou Internet.

1.2.- La modélisation objet

Mais l'approche fonctionnelle a montré ses limites quand il a fallu concevoir et maintenir des programmes de plus en plus complexes. La programmation et l'analyse Orientée Objet sont venues

1. Cette caractérisation et les exemples qui suivent s'inspirent largement des appareils du commerce ayant été étudiés.

révolutionner la conception informatique fonctionnelle en introduisant une approche plus systémique. La notion d'objet permet de décrire un système en caractérisant chacun de ses éléments par :

1. son rôle, par ses relations avec les autres objets de l'environnement ;
2. l'espace de variation de son état, par les différents attributs et leurs valeurs possibles ;
3. son comportement, par les méthodes de manipulations des données.

De multiples langages de notations sont apparus, maintenant unifiés dans UML (www.uml.org). Ils offrent des perspectives complémentaires sur le système grâce à différents types de diagrammes. La spécification et l'implémentation peuvent s'enchaîner avec le même langage de notation en précisant les modèles initiaux de l'artefact jusqu'au code. Les spécifications peuvent par exemple définir la structure générale des données, indépendamment de tout langage de programmation, en précisant 1) les rôles et relations ainsi que 2) les valeurs possibles des instances des différents objets. Les solutions sont obtenues en précisant 3) les méthodes implémentant ces objets, selon le langage de programmation utilisé (Larvet, 1994) op. cit.

L'approche systémique adoptée par la programmation orientée objet ouvre la voie à l'intégration d'informations sur l'utilisation de l'artefact. Même si seul l'artefact est implémenté à la fin, rien n'empêche de décrire dans les modèles de spécifications le système plus vaste constitué de l'artefact, l'utilisateur et l'environnement. De nombreux modèles objets, proposés pour intégrer l'utilisateur, sont recensés par exemple dans (Van Harmelen, 2001). Chacun de ces modèles propose des notions de base pour décomposer les situations d'utilisation. Certaines méthodologies cherchent plus particulièrement à décrire les actions de l'utilisateur pour les relier aux choix sur l'interface, tels MAD (Scapin, & Pierret-Golbreich, 1989), *Concur Task Tree* (Paterno, Mancini, & Meniconi, 1997), etc. D'autres modèles se concentrent sur la description du contexte. Ainsi, la norme ISO (ISO 9241) spécifie la modélisation du contexte d'utilisation : plusieurs éléments *utilisateurs*, possédant un ou plusieurs *rôles*, se décomposent en un ensemble de *tâches*, manipulant elles-mêmes un ou plusieurs *objets* (dans le sens objet pour l'utilisateur).

Parmi ces différentes approches, le procédé Prospect développé à EDF permet d'obtenir une spécification de l'Interface Homme-Machine en terme d'utilité du système pour l'utilisateur (Bonneau, et al., 2003) op. cit. Des modèles objets de tâches et de concepts (voir Figure 3 : Modélisation UML simplifiée des concepts définissant la programmation.) définissent les actions que pourra déclencher l'utilisateur au moyen de l'IHM et les données à lui fournir pour cela. La modélisation reste suffisamment abstraite pour exprimer les besoins d'utilité de l'application sans induire prématurément de choix sur l'interface, tel que formulé par Benyon (1996).

La programmation est l'utilisation familiale la plus complexe du gestionnaire d'énergie. Pour le chauffage, les besoins de chaleur concernent les multiples activités d'une famille au cours de l'année. La programmation peut néanmoins se ramener à quelques notions simples qui ont été utilisées pour concevoir les gestionnaires étudiés. La programmation est organisée en zones, correspondant aux pièces ou ensembles de pièces à la même température. Pour chaque zone, un programme se décline selon les sept jours de la semaine. A chaque jour, pour une zone, un programme type est attribué. Les programmes types regroupent un ensemble de plages horaires qui définissent les périodes de confort. Le reste du temps le chauffage est mis en « réduit », pour faire des économies. Les habitudes des personnes étant souvent répétitives au cours de la semaine, la factorisation par programme type réduit le nombre de programmes manipulés. Un extrait de modèle de concept Prospect est présenté ci-dessous pour formaliser les notions mises en jeux.

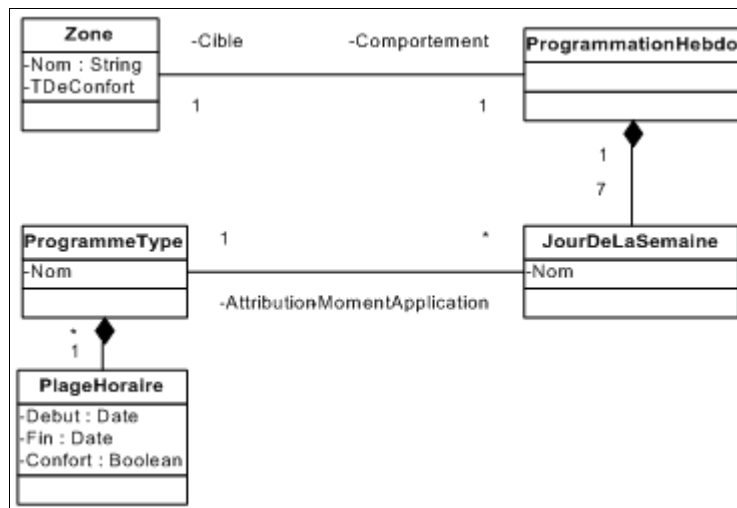


Figure 3.- Modélisation UML simplifiée des concepts définissant la programmation.

Ce modèle identifie les informations que l'artefact devra présenter à l'utilisateur, pour correspondre aux notions manipulées lors de son activité supposée. Son objectif est de représenter aussi bien les concepts manipulés lors de l'activité de l'utilisateur que les informations que l'artefact devra traiter et stocker. Les actions à réaliser sur ces éléments sont définies par un modèle de tâche. Cette décomposition du système de programmation permet une modélisation de l'utilisation par deux tâches principales : *T1 Attribuer un programme type à un jour d'une zone* et *T2 Modifier un programme type* (se décomposant elle-même en sous-tâches notamment pour gérer les plages horaires)². La factorisation des réglages par les programmes types peut alors laisser supposer une réduction du travail à effectuer et donc une simplification de l'activité.

1.3.- Le focus sur l'IHM

L'IHM est la partie de l'artefact directement en contact avec l'utilisateur. L'importance croissante accordée aux problèmes d'utilisabilité a amené à la considérer comme un objet de conception à part entière. Comme pour l'artefact, sa conception consiste à sélectionner, parmi les éléments de dialogue disponibles (fenêtre, boutons, etc.), ceux qui présenteront les informations et commandes, tout en respectant les contraintes de la plateforme (taille de l'écran, puissance de calcul) et d'utilisation (issues de la modélisation du contexte).

Des règles de conception sont proposées comme connaissances générales pour guider le choix de ces solutions, indépendamment des spécificités du domaine d'utilisation. Elles prennent la forme de standards de conception (la norme ISO 9241 par exemple) ou de guides de styles destinés à préserver la cohérence d'un environnement (par exemple Mac ou Windows). Elles peuvent également s'exprimer sous forme de guidelines de conception, dont les recommandations visent à respecter les contraintes et les besoins de l'utilisateur (Bastien, & Scapin, 1995 ; Nielsen, 1995 ; Vanderdonckt, 1998). La multitude de règles exprimées amène à les organiser en niveaux d'abstraction, des plus générales aux plus précises. Plusieurs décompositions hiérarchiques sont proposées dont les niveaux supérieurs identifient généralement des critères tels l'utilisabilité, la facilité d'apprentissage ou la satisfaction de l'utilisateur (Nielsen, 1993 ; Shneiderman, 1998).

2. Un modèle de tâche complet pourrait être construit jusqu'à représenter les manipulations terminales d'information qu'aura à effectuer l'utilisateur.

Si ces règles pré-établies permettent d'éviter les erreurs connues, leur nombre et généralité rendent leur application parfois difficile. Des patterns d'interaction ont alors été définies et regroupées pour compiler des solutions reconnues comme efficaces en spécifiant le domaine de contexte concerné (Bayle, Bellamy, Casaday, et al., 1998 ; Griffiths, & Pemberton, 2001). La catégorisation de patterns constitue alors une typologie d'action de l'utilisateur plus que de critères généraux. Mais au final, seule une validation par les utilisateurs permet de s'assurer de l'utilisabilité de l'interface et du respect des besoins spécifiques au domaine d'utilisation. Elle nécessite par contre de disposer d'une solution de dialogue, même incomplètement aboutie. D'un côté, les dessins, maquettes ou la technique du Magicien d'Oz, où l'humain simule les réponses orales de l'ordinateur, permettent de tester les dialogues Hommes Machines sans construire tout l'artefact. De l'autre, les prototypes permettent d'évaluer leur manipulation par l'utilisateur. Enfin, l'utilisation dans un groupe pilote autorise l'évaluation en situation réelle, avant un large déploiement.

En suivant les modèles précédents de Tâches et Concepts, une interface interactive se satisfaisant d'une surface d'affichage limitée peut être présentée pour remplacer les interfaces statiques des gestionnaires existants. Les deux tâches du gestionnaire d'énergie *T1 Attribuer un programme type à un jour d'une zone* et *T2 Modifier un programme type* peuvent, par exemple, être portées par des onglets, des menus déroulants et des boutons.

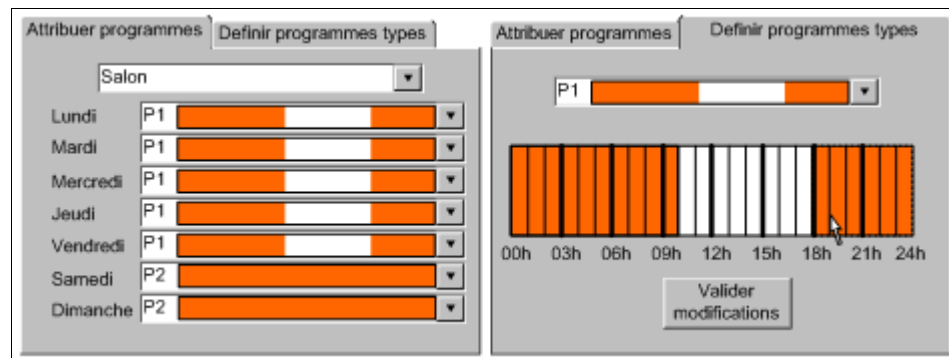


Figure 4.- Possible interface présentant les concepts et commandes à l'utilisateur

Ainsi la programmation peut être supportée par un minimum d'opérations. Les labels, le choix, la taille et la disposition des boutons suivent à la fois les critères de présentation des interfaces Windows et celle garantissant la facilité de manipulation (groupement des informations, feed-back visuel pour éviter et identifier les erreurs, ...). L'utilisabilité d'une telle solution peut être vérifiée par une évaluation.

1.4.- L'incapacité de prendre en compte les usages

Ce mouvement centré sur l'artificiel est nécessaire pour la conception et constitue le fondement des pratiques d'ingénierie. Il offre de multiples moyens d'intégrer des connaissances sur l'utilisation qui sera faite de l'artefact. Par contre, plusieurs types de critiques sont formulés, notamment par les travaux issus du courant de l'action située, sur sa prise en compte des besoins des utilisateurs.

Une première critique, partagée par les différentes approches centrées utilisateur, est qu'étant pris dans une logique technique, il est difficile de prendre en compte les besoins finaux. C'est pourquoi, introduire des connaissances sur l'utilisation dans le cycle de conception nécessite un changement culturel et une collaboration multidisciplinaire, à la fois difficile et nécessaire.

Une seconde critique, généralement partagée par les milieux ergonomiques, est que ce mouvement favorise une validation des solutions techniques, plus facile à organiser et dont les résultats s'appliquent plus immédiatement aux choix techniques de conception. Or, ni les règles générales de conception, ni les évaluations a posteriori en laboratoire ne permettent d'identifier les besoins spécifiques au contexte d'un domaine d'activité. Même si leur organisation et l'intégration de leurs résultats dans les modèles informatiques sont plus problématiques, les études empiriques préalables sur le terrain restent nécessaires pour capturer les besoins des utilisateurs.

Enfin, une dernière critique est plus spécifiquement issue du courant de l'action située. Elle porte sur la capacité des formalismes et des métaphores issues de l'artificiel à prendre en compte les spécificités du vivant. L'approche computationnelle de l'esprit est plus particulièrement attaquée, pour son incapacité à prendre en compte les aspects de la cognition qui émergent de la situation, de l'interaction entre l'utilisateur et son environnement. Dreyfus a tout d'abord proposé une critique radicale. Il s'appuie sur les échecs de l'Intelligence Artificielle pour indiquer les aspects de la cognition humaine qui résistent à la modélisation symbolique : 1) la dimension incarnée et située de l'activité, 2) le rôle du contexte et 3) le rôle des constructions sociales et culturelles, (Dreyfus, 1984). Lucy Suchman a alors introduit le terme d'action située (Suchman, 1987) op. cit. pour récuser le rôle de la planification comme déterminant de l'action, défendu dans (Newell, Shaw, & Simon, 1958). Issue d'une tradition éthnométhodologique, elle étudie l'utilisation des photocopieurs dans une visée de conception. Sans nier le rôle de la planification dans la construction du sens donné à l'action, elle insiste sur les réactions opportunistes et émergentes des utilisateurs face à leur environnement, dont l'artefact n'est qu'une partie.

La partie suivante décrit les travaux qui ont exploré le mouvement partant de l'étude située du vivant pour proposer des spécifications pour la conception technique.

2.- Un mouvement de conception centré sur l'activité

Le terme d'action située de Suchman a servi d'étendard pour fédérer les critiques de la métaphore de l'esprit comme traitement de l'information. Différents courants se sont rangés derrière ce label, puisant dans l'éthnométhodologie, l'anthropologie ou encore la théorie de l'activité (Vygotsky, 1978). Le CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*), regroupant des concepteurs et utilisateurs insatisfaits, est également né de cette inspiration mais a ensuite pris son autonomie.

Issus de ce mouvement, Winograd et Flores proposent la formulation d'une approche de conception centrée sur le vivant (Winograd, & Flores, 1989) op. cit. La machine doit être construite pour apporter les ressources nécessaires à la situation d'action. La Conception Centrée sur le Cours d'Action (CCCA) vient prolonger ces travaux, en y intégrant l'application systématique d'observations empiriques (Theureau, & Jeffroy 1994) op. cit.

La volonté de s'appuyer sur une étude empirique des situations d'utilisation amène à un paradoxe de conception (Ibid.). Pour améliorer, grâce à l'artefact, les situations existantes il est nécessaire de prévoir les situations futures d'utilisation. Mais plus des choix a priori sont faits lors de la conception pour rapprocher la situation étudiée de la situation prévue, plus les alternatives et potentialités d'amélioration se restreignent. Les étapes de conception proposées par la CCCA proposent alors par principe des itérations pour se rapprocher progressivement de la situation finale d'utilisation. Les étapes sont :

1. Etudier des situations d'activité proches de l'utilisation visée et identifier les régularités de l'interaction des acteurs avec leur environnement.
2. Identifier, à partir de cette analyse, les améliorations rendues possibles par les modifications technologiques

3. Formuler des exigences pour construire un artefact adapté.
4. Utiliser le nouvel artefact pour étudier une activité plus proche de la situation finale d'utilisation.

C'est alors la situation qui est au centre du processus, dans lequel l'artefact n'est vu que comme un facteur de transformation. Au-delà du respect des exigences formulées, la construction technique est considérée comme donnée. Les apports de cette approche s'appuient sur des principes théoriques et méthodologiques qu'il est possible de confronter à ceux de l'artificiel.

2.1.- L'autonomie des systèmes vivants

L'action située s'appuie sur le rejet d'une cognition humaine comme application de règles formalisées. Winograd et Florès, pour répondre à la critique formulée par Suchman, reprennent la philosophie de Heidegger. L'utilisateur est engagé dans une situation d'action. Soumis aux contraintes et perturbations immédiates de son environnement, il n'a que peu d'occasion pour planifier ses actions. Il s'appuie sur les possibilités d'actions spontanément offertes par la machine qu'il a « sous la main ». Le stylo (ou l'ordinateur) permet d'écrire en restant transparent, sans avoir besoin de se rappeler que l'on est en train d'écrire.

La théorie du couplage structurel (Maturana, & Varela, 1994) op. cit., adoptée par la CCCA, précise ce caractère asymétrique de l'interaction entre l'utilisateur et l'artefact. L'activité de l'utilisateur, en fonction de ses expériences passées et de son environnement présent, détermine le sens qui est donné par l'artefact. L'engagement dans la situation filtre et oriente les informations qu'il perçoit et l'interprétation qui en résulte. Selon cette théorie, une décomposition hiérarchique est inapte à représenter la cognition humaine qui dépend au premier plan de l'histoire passée et de la situation.

Par ailleurs, si son sens dépend du contexte, l'artefact peut également transformer cette situation : l'artefact en tant qu'objet technique est anthropologiquement constitutif (Stiegler, 1994). Il ouvre des espaces de signification et d'accomplissement humain en permettant la répétition de nouvelles actions sur l'environnement. L'acquisition du sens et de la familiarité de l'artefact au cours de l'apprentissage est décrit comme un processus d'appropriation par Merleau-Ponty (Merleau-Ponty, 1945) : lors de sa découverte, le nouvel artefact se détache du monde propre³ de l'utilisateur tel qu'il est mobilisé dans la situation. Les liens qu'établit l'utilisateur pour le doter de sens lors de sa découverte sont renforcés et prolongés au cours des usages, jusqu'à ce que l'artefact soit intégré dans le monde propre et le corps propre de l'utilisateur. Il lui apporte alors une signification et une possibilité d'action immédiate et transparente, au sens de Heidegger.

Dans cette approche, l'objet de conception est une **situation appropriable d'interaction entre l'utilisateur et son environnement**, incluant le nouvel artefact (Haué, 2003b). L'étude des situations existantes d'interaction entre l'utilisateur et son environnement doit permettre d'identifier les situations d'utilisation qui facilitent ou enrichissent la vie de l'utilisateur et auxquelles il pourra s'adapter. L'artefact qui lui sera proposé devra à la fois s'intégrer dans les situations existantes et aider l'utilisateur à développer les nouveaux usages.

3. Le monde propre regroupe tout ce qui peut constituer une perturbation significative pour l'acteur. Le corps propre appartient au monde propre et regroupe toutes les actions possibles pour l'acteur. C'est donc un ensemble de mondes propres, dynamiques et changeants, que l'acteur se constitue en déambulant dans son environnement. Ces mondes peuvent être sociaux, langagiers. À propos du monde moteur Merleau-Ponty écrit, (Merleau-Ponty, 1945) Op. Cit. : « ...chacun se crée son propre monde, en articulant les différentes perceptions visuelles et corporelles, un monde où « chaque geste, chaque perception se situe immédiatement par rapport à mille coordonnées virtuelles ». Ce savoir pour exister ne doit pas être inerte mais doit « être dans les mains ou dans les jambes », si nous changeons d'appartenance ce savoir se perd ».

De nombreux problèmes sont rencontrés lors de la programmation du gestionnaire d'énergie. Ils sont dus à la faible motivation⁴, à la nouveauté de l'appareil et à la difficulté de reprendre la main sur la programmation (Lebois, & Beillan, 1999)⁵. Pour compenser ces limites de l'artefact, EDF a monté un réseau de professionnels qui assure une présentation générale du système, une présentation de l'appareil et une aide à sa programmation. Les discours commerciaux établissent et associent à l'artefact les avantages d'économie et de réduction des manipulations quotidiennes.

Une analyse du langage dans les usages du gestionnaire d'énergie a notamment été menée pour détailler le processus d'appropriation (Grosjean, Lacoste, & Levy, 2001). Elle montre que, pour la plupart des utilisateurs, le gestionnaire est doté de sens par ce qu'il permet de ne pas faire (« Je touche un bouton et c'est tout », « je ne m'occupe de rien », « c'est un programmeur »). Tous les réglages effectués sans la participation de l'utilisateur restent mystérieux, uniquement devinés par le comportement du chauffage jour après jour. Par contre, plus rares sont les personnes qui se sont appropriées le gestionnaire pour contrôler leur environnement (Le gestionnaire « permet d'avoir le confort maximum sans gêne », « nous sensibilise aux périodes chères »).

2.2.- Une observation empirique pour une description située

La caractérisation de l'utilisation suppose des méthodes d'observation empirique de l'activité et de description qui en respecte les aspects situés. Selon la définition donnée par la théorie du couplage structurel, il est nécessaire d'observer et de décrire à la fois 1) l'interaction entre l'utilisateur et la machine (leurs comportements réciproques) et 2) comment les processus du couplage organisent la perception et constituent le sens qui est donné à l'utilisateur.

Le (1) se résout par l'observation du comportement de l'utilisateur. Pour étudier le (2), plus problématique, l'approche Cours d'Action s'appuie sur un recueil outillé et systématique du témoignage de l'utilisateur sur son expérience au cours du temps. Les données sont issues tant des commentaires spontanés à voix haute lors de l'action que d'entretiens d'auto-confrontation, destinés à replonger l'utilisateur dans le cours d'un moment passé de son activité (Theureau, et al., 1994) op. cit. Cette observation empirique s'inscrit dans le projet de naturalisation de l'expérience défendu dans (Varela, & Shear, 1999). Il s'agit de considérer l'expérience humaine comme un objet naturel dont l'étude nécessite néanmoins une méthodologie particulière basée sur une pluralité de points de vue. L'accès à l'expérience vécue n'est possible que par l'utilisateur lui-même (1^{ère} personne). Obtenir une reproductibilité de l'observation, nécessaire à une étude scientifique, requiert par contre l'utilisation de techniques de direction de l'attention de l'utilisateur sur sa propre dynamique (tel l'« époque » de Husserl). La verbalisation réfléchissant cette expérience vécue permet sa communication à autrui (2^{ème} personne). Là encore, la compréhension des données constituées par ces verbalisations suppose de contrôler les relations sociales instaurées, la connaissance mutuelle du contexte et les références culturelles partagées. Enfin, une formulation scientifique (3^{ème} personne) devient possible pour expliquer les données ainsi construites.

Le Cours d'Action identifie ce qui, dans l'interaction avec l'environnement, est effectivement perçu et interprété par l'utilisateur (Theureau, 2000). Pour cela, il met en relation la construction de l'expérience et les contraintes/stimulations de l'environnement. Il est représenté par une modélisation analytique empirique (Theureau, 2003). Au lieu d'une décomposition de l'abstrait vers le concret, un mouvement lie 1) un questionnement à partir des données, 2) un essai de découpage de ces données, 3) une réinterrogation du questionnement par rapport à ce découpage. Des unités significatives sont ainsi dégagées. Elles correspondent aux moments de stabilité de l'expérience, selon la

4. Les gestionnaires d'énergie sont souvent installés dans les habitations collectives ou intégrés dans les offres « tout électrique » d'EDF.

5. Les exemples ci-dessous sont issus des analyses effectuées ou reprises lors du projet Multi Accès.

continuité ou rupture de l'engagement de l'utilisateur. Les unités élémentaires caractérisent l'engagement immédiat dans l'action. Elles peuvent être enchâssées dans des unités plus longues, caractérisant l'engagement à plus long terme dans la situation. Cet enchâssement d'unités reconstitue les structures significatives de l'expérience de l'utilisateur à un moment donné.

L'étude du Cours de Vie de la famille permet quant à elle de retracer la constitution du processus d'appropriation d'un artefact sans avoir à observer l'activité sur une période éventuellement longue (Haue, 2003b) op. cit. A partir d'entretiens autobiographiques, elle reconstitue comment les événements vécus par la famille sont intégrés dans leurs préoccupations quotidiennes et participent à la formation des pratiques. La notion de Cours de Vie s'appuie sur la distinction de plusieurs types de pratiques réflexives pouvant prendre place lors d'un Cours d'Action, aux portées temporelles différentes : 1) dans l'immédiateté de l'action, l'utilisateur produit un discours qui lui permet de structurer son activité ; 2) l'utilisateur peut également reconstituer une séquence passée ou anticiper une séquence à venir. Pour cela, il associe par le langage des éléments ancrés dans ses expériences vécues. 3) Enfin l'utilisateur peut effectuer une reconstitution autobiographique, pour un domaine de sa vie comme la gestion d'énergie. Dans un processus que l'on peut rapprocher de l'étude historique décrite par (Veyne, 1971), il explique sa situation actuelle en mêlant dans un discours personnel ou pour autrui le bilan de périodes stables, le récit d'événements factuels et des interprétations justifiant les enchaînements. Des jugements de valeurs, regrets et projets d'amélioration sont émis par cette pratique et sont investis dans l'artefact. Ils participeront aux moments futurs d'engagement concernant l'artefact, fournissant ou non la motivation nécessaire pour une utilisation efficace.

L'hypothèse est alors que, lors d'une reconstitution autobiographique en entretien, l'utilisateur restitue et organise les préoccupations de ses Cours d'Actions passés ayant participé à la formation des motivations à long terme. Une telle reconstitution est bien sûr située dans le temps et ne restitue par les possibles oublis et réinterprétations. Elle fournit par contre une structure sur le long terme, définissant des événements clés et des périodes a priori stables qu'il est possible de détailler et préciser. Il est alors possible d'insérer l'observation d'un Cours d'Action dans le Cours de Vie dans lequel il prend place. Ce dernier fournit le contexte historique qui restitue les motivations de l'acteur et la valeur investies dans l'artefact.

L'étude sur la gestion d'énergie de (Grosjean, et al., 2001) op. cit. a rassemblé des données comprenant, pour deux familles, un entretien autobiographique et la reconstitution filmée des pratiques sur l'artefact. Après avoir retracé l'histoire de la famille relative à la gestion d'énergie, l'utilisateur a été invité à se rendre devant l'appareil et à se lancer dans des manipulations qu'il connaissait ou redécouvrait. Ces données ont pu être réutilisées pour analyser des Cours d'Action d'utilisation de l'artefact, à partir de la vidéo, et pour les replacer dans le Cours de Vie, reconstitué à partir de l'entretien bibliographique⁶.

La Figure 5 : Extrait du Cours d'Action d'un moment de programmation montre une séquence de quelques minutes du Cours d'Action d'un utilisateur du gestionnaire d'énergie présenté figure 1, découpée en 14 unités significatives, lors de laquelle survient une difficulté de programmation.

6. Des détails sur ces analyses peuvent être trouvés dans (Haue, 2003a) Op. Cit. disponible à ce jour, comme les autres publications de l'auteur, sur le site <http://www.jbh.lautre.net>

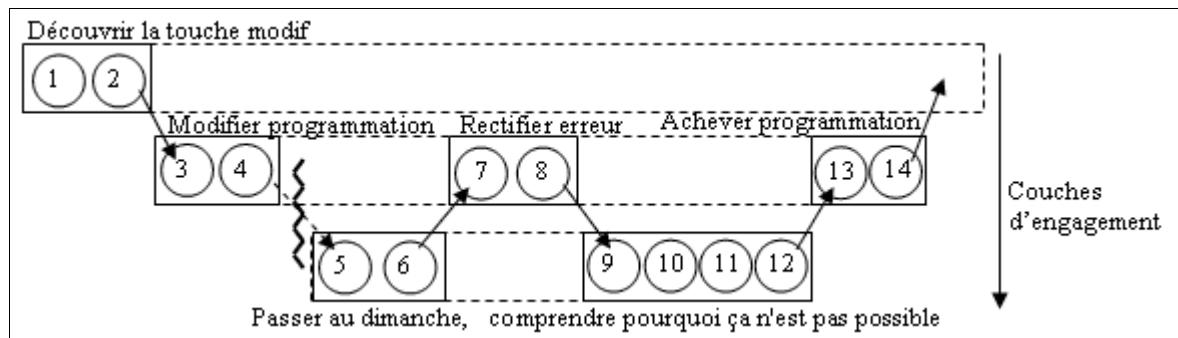


Figure 5.- Extrait du Cours d'Action d'un moment de programmation

Les trois niveaux enchâssés restituent la focalisation progressive de l'utilisateur passant 1) d'une discussion/présentation avec l'interviewer où il redécouvre la touche « modif » permettant de modifier un programme, à 2) l'utilisation de cette touche pour effectuer une modification effective de la programmation de la famille, le week-end, et enfin à 3) la résolution de programme pour résoudre la difficulté survenant. La modification de la programmation est tout d'abord effectuée pour le samedi, unités 3 et 4. Mais une rupture de l'engagement apparaît (trait ondulé) lorsque l'utilisateur cherche sans succès à atteindre la journée de dimanche pour y faire les mêmes modifications. Les unités 5, 6 et 9 à 12 sont alors consacrées à la lecture du manuel pour comprendre ce qui ne marche pas, avec une pause, unités 7 et 8, pour corriger une fausse manipulation changeant la programmation.

Cette analyse montre que, engagé dans une évocation de ses besoins journaliers, l'utilisateur cherche naturellement à passer d'un jour à l'autre. La cause de ses difficultés est l'appareil qui casse cette logique par une décomposition entre *T1 Attribuer un programme type à un jour d'une zone* et *T2 Modifier un programme type*. La simplification de l'interaction perçue par les concepteurs ne se réalise malheureusement pas car l'utilisateur cherche en fait à passer d'un jour à l'autre.

La figure ci-dessous présente le Cours de Vie de gestion d'énergie de la famille de cet utilisateur. Elle retrace les efforts de programmation qui s'interrompent en raison de difficultés rencontrées lors d'un Cours d'Action très probablement proche de celui juste présenté.

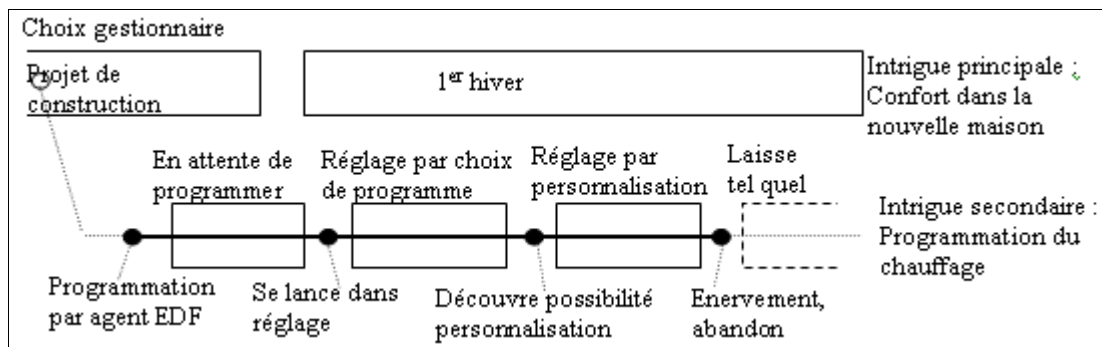


Figure 6.- Extrait de Cours de Vie d'appropriation de la programmation

Les rectangles marquent les périodes de stabilité des pratiques de leur famille. Les points indiquent les événements qui initient une nouvelle période. Les intrigues représentent les préoccupations récurrentes de la famille tissant la trame de leur projet de transformation de leur quotidien. L'intrigue de la programmation pour cette famille est née du projet de construction de leur nouvelle mai-

son. Elle s'est effectuée lors du premier hiver dans la nouvelle maison. La programmation effectuée par l'agent EDF, sans que personne de la famille ne soit là, ne correspondait pas aux besoins de la famille. L'utilisateur, ayant anticipé la programmation, commence par choisir parmi les programmes types disponibles. Lors de la vie dans la maison, des imperfections sont toujours présentes. Celles-ci l'amènent à se plonger dans le manuel pour pouvoir personnaliser les programmes par la touche « modif ». Les difficultés de programmation, telles que présentées précédemment, amènent à un abandon de ces efforts alors que la programmation, acceptable, était encore perfectible.

Les préoccupations récurrentes se déclinent selon les périodes et événements et fournissent de nouvelles catégories d'activité. Les événements indiquent des moments importants. Les périodes délimitent des contextes particuliers précisant les objectifs et le statut des savoirs en jeu (anticipation, savoirs en construction, savoirs appropriés). Ces catégories permettent d'identifier 1) les situations par lesquelles les utilisateurs futurs devront passer et 2) les difficultés qui pourraient être évitées. Ainsi la succession des périodes montre que proposer des programmes préétablis n'est pas satisfaisant : aucun ne convient totalement. Il est préférable de proposer directement une programmation personnalisée. Sa constitution initiale constitue un événement particulier, aux besoins différents des rectifications ponctuelles lors de la période de réglage. L'abandon des efforts de programmation s'explique par la difficulté à accéder au jour voulu, tel que montré dans le Cours d'Action précédent. Il montre le soin à apporter dans la prise en compte de ces situations.

2.3.- Des catégories significatives pour la conception

L'étude empirique de situations proches de l'utilisation vise à identifier les besoins futurs afin que l'artefact fasse naturellement sens pour l'utilisateur et s'intègre facilement dans l'interaction. Les catégories d'activité fournissent des contraintes que le fonctionnement de l'artefact devra respecter. Elles prennent pour cela la forme d'unités significatives du Cours d'Action et de situations du Cours de vie, généralisées à partir de la confrontation entre personnes étudiées. L'étude des processus d'appropriation fournit des éléments qui peuvent être utilisés tant dans la conception de l'artefact mais aussi pour l'accompagnement commercial, le mode d'emploi ou l'aide en ligne.

Les procédures et fonctions des gestionnaires d'énergie existant définissent implicitement des situations présumées d'utilisation (telles les situations de modification et d'attribution de programme type). L'étude des pratiques liées au gestionnaire d'énergie amène à une catégorisation plus riche, en terme de situations (voir tableau ci-dessous).

Utilisation	Situations
générale	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance quotidienne de l'état du logement et des appareils. • Définition du confort (t° par défaut) par zone. • Absence prolongée (vacances par exemple). • Extinction / Rallumage du chauffage aux changements de saisons. • Évaluation de la consommation lors de la réception de facture.
comme moyen de pilotage central/ local	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance continue de l'état du logement et du déroulement des ordres éventuellement en cours. • Besoin ponctuel dans une pièce (selon l'activité physique ou l'état de l'utilisateur). • Nécessité de couper temporairement le chauffage (ouvrir fenêtre pour le ménage). • Arrivée / Départ dans le logement nécessitant d'allumer / éteindre le chauffage.
comme outil de programmation	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance continue du déroulement de la programmation et des ordres éventuellement en cours. • Constitution d'une nouvelle programmation par évocation des besoins journaliers • Ajustement de la programmation en cours pour une modification ponctuelle. • Pilotage manuel dans une zone non soumise à la programmation (salle de bain). • Reprise en main locale pour un besoin particulier non prévu dans la programmation. • Reprise en main générale suite à une présence/absence dans le logement non prévue dans la programmation.

Tableau 1.-Catégorisation des situations d'utilisation du gestionnaire d'énergie

2.4.- Un apport non formalisé

Les personnes chargées de la construction technique de l'artefact se positionnent de fait dans le paradigme technique et ont besoin de spécifications formelles. Les connaissances sur l'activité située doivent être transformées en connaissances formelles utilisables dans ces choix techniques.

Mais les catégories significatives n'indiquent pas quelle est la meilleure décomposition hiérarchique pour les représenter. En effet, les multiples situations, contextes variés pour les mêmes tâches, peuvent se représenter par différents formats et décompositions en arbre. Si les catégories indiquent des unités de sens à respecter, elles ont une capacité limitée de prédiction de l'amélioration que peut apporter une solution technique particulière. Si on transforme la situation, des circonstances sans influence jusque-là peuvent prendre un rôle particulier non prévu, en raison des multiples possibilités d'adaptation des systèmes vivants. Un moment de créativité est alors nécessaire pour mettre en œuvre les possibilités et stratégies techniques.

L'apport des connaissances sur l'activité située repose finalement sur la capacité des individus à transmettre des connaissances non formalisables pour construire des formalisations symboliques. La définition théorique et méthodologique ne suffit alors pas à la conception. Il est nécessaire de faire collaborer les personnes étudiant les pratiques et les concepteurs techniques. Ainsi, si le CSCW n'a pas réussi à fournir une formulation théorique commune à son objet (Grudin, 1994), ses succès sont dus à la possibilité donnée aux utilisateurs, éthnométhodologues et concepteurs, de discuter ensemble.

3.- Fonder la construction de l'artificiel sur la connaissance de l'activité

Les mouvements présentés précédemment possèdent des rôles différents dans le processus de conception. La modélisation UML permet d'intégrer les connaissances sur l'utilisation dans la construction technique. Les tâches et concepts de l'utilisateur sont directement opérationnalisables dans la construction du logiciel et de son interface. De son côté, le mouvement centré sur l'activité s'appuie sur des observations empiriques en situations réalistes d'utilisation sans se limiter à une formulation théorique a priori. Elle identifie alors des besoins émergents du contexte d'utilisation.

Pour construire des artefacts offrant une utilisation de qualité, l'objectif devient alors de combiner ces apports respectifs dans une même démarche de conception. Les spécifications constituent alors un passage privilégié où se rencontrent les recommandations issues de l'analyse de l'activité et les contraintes pour la construction technique. La figure ci-dessous assemble les deux mouvements en situant leurs étapes.

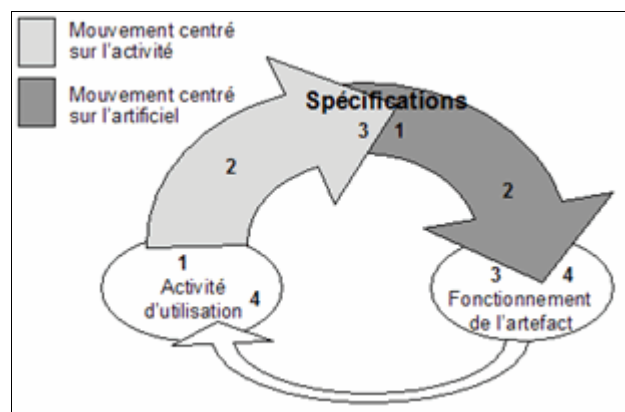


Figure 7.- Association des deux mouvements.
Pour chacun les numéros renvoient vers les étapes détaillées dans les parties correspondantes.

Le bouclage entre utilisation et artefact se trouve déjà dans le cycle task-artefact de (Carroll, 1990a). Par contre la distinction activité/spécification/fonctionnement permet de mieux caractériser les études de l'activité et leurs apports dans la construction technique. Il est ainsi possible de positionner les différentes approches centrées utilisateur selon les théories et méthodes employées pour effectuer le passage entre les deux mouvements. Ainsi par exemple :

- Le *Participative Design* préconise une rencontre entre les concepteurs et les utilisateurs pour que ces derniers puissent exprimer leurs besoins aux premiers (Greenbaum, & Kyng, 1991).

- Carroll utilise des scénarios, description d'une situation typique d'utilisation, qui sont améliorés au fur à mesure des prototypes et évaluations, pour préciser en même temps le fonctionnement de l'appareil et les besoins pris en compte (Carroll, 1995).
- Les travaux issus de la psychologie cognitive utilisent pour l'analyse de l'activité des notions basées sur une métaphore computationnelle, ce qui facilite la construction de modèles formels mais limite la prise en compte des phénomènes émergents.
- Les courants issus de l'*Activity Theory*, tels (Nardi, 1996), utilisent une théorie restituant mieux le rôle du contexte technique et culturel mais qui rend plus difficile la formulation de spécifications directement utilisables en conception.

Les sections suivantes présentent l'approche proposée pour intégrer une étude située de l'activité dans le processus de conception d'interface, en reprenant la CCCA et Prospect. Cette approche se base sur une étude de l'activité des utilisateurs pour faire ressortir des régularités d'interaction, sans se limiter à ce qu'ils peuvent restituer dans leurs discours. Ces résultats d'analyse sont transformés par une collaboration multidisciplinaire, en spécifications techniques.

3.1.- Une démarche centrée sur la situation

La démarche distingue deux types de phénomènes qui participent aux situations appropriables d'utilisation visées :

- L'activité humaine, qui émerge à partir de la situation et notamment de l'artefact.
- Le fonctionnement purement symbolique des machines informatiques, réagissant aux perturbations de l'environnement et notamment de l'utilisateur.

Trois étapes principales relient l'étude des phénomènes de l'activité à la conception du fonctionnement technique. L'étape centrale concerne spécifiquement le passage du mouvement centré sur l'activité à celui centré sur l'artificiel.

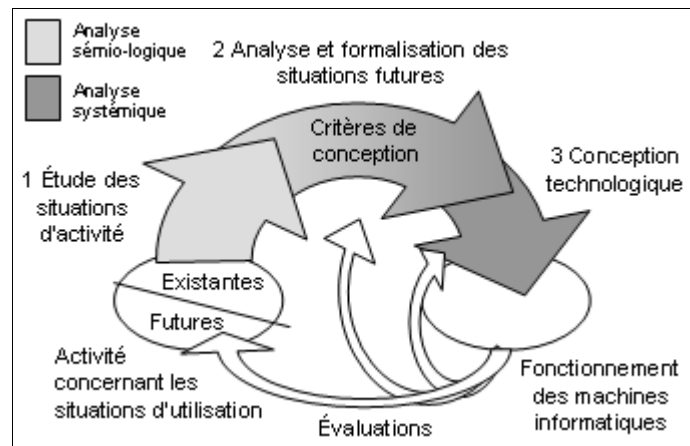


Figure 8.- Démarche centrée sur les situations d'utilisation.

Les phénomènes de l'activité humaine regroupés dans la visée de conception (ovale de gauche) sont issus de l'observation de situations existantes, qui peuvent être écologiquement plus ou moins proches des situations réelles d'utilisation (Haué, 2003b) op. cit. Ainsi l'observation directe de l'utilisation des artefacts existants, sa reconstitution ou le témoignage qu'en font les utilisateurs permet de connaître les pratiques actuelles. La reconstitution de situations, par exemple avec un prototype

non complètement fonctionnel, permet de se rapprocher des situations d'utilisation de l'appareil futur.

L'étape 1 (en gris clair) passe par l'analyse sémio-logique de ces phénomènes, telle qu'effectuée lors de l'étude de Cours d'Action. Elle permet la description des couplages existants par l'étude de constitution de l'expérience de l'acteur lors de son interaction avec l'environnement. La connaissance de l'existant observé permet d'anticiper la transformation possible et souhaitable avec le futur appareil.

L'étape 2 de la boucle consiste à confronter les analyses pour formaliser ces connaissances de l'activité en modèles informatiques. Ceux-ci sont situés à mi-chemin entre les deux domaines de phénomène et spécifient les besoins que l'artefact doit satisfaire. Leur formalisation transforme la connaissance d'un système vivant à la structure émergente en un modèle décrivant un système à la structure figée. Chaque partie du modèle est valable pour l'activité considérée, l'utilisateur étant supposé dans un état stable qui l'amène à ne réagir à la situation que dans le cadre prévu.

L'étape 3 consiste en une analyse systémique⁷ qui part de ces spécifications pour en préciser la structure par une décomposition hiérarchique, décrite dans la première partie. Si les aspects situés du vivant sont réduits aux modèles formels, ils participent directement à la construction du programme.

Finalement, le fonctionnement empirique de la machine (ovale de droite), lors de son interaction avec l'utilisateur, l'environnement et d'autres machines, est issu de l'exécution du programme. Son observation permet de faire des retours aux différentes étapes de conception. L'identification des bugs et performances permet de revenir directement sur les choix techniques. Le fonctionnement de la machine peut également suggérer des améliorations dans la formalisation des besoins. Enfin, la construction d'une situation d'évaluation de la nouvelle version de l'appareil permet de préciser la connaissance de l'activité finale et, si besoin, initier un nouveau cycle complet de conception.

3.2.- Utilité, utilisabilité et appropriabilité des situations d'utilisations

Dans la figure précédente, l'étape de formalisation des connaissances situées en modèles informatiques est la clé de voûte de la démarche. Les spécifications doivent être fondées sur les connaissances des besoins des utilisateurs et contraindre les choix techniques pour assurer leur respect.

Mais tous les aspects de l'activité ne peuvent se formaliser dans un modèle unique. A EDF, Prospect se limite à la spécification de l'utilité de l'artefact, par des tâches et concepts abstraits. L'objectif est d'éviter les choix prématurés de solution de dialogue, qui concernent l'utilisabilité, dépendent du support choisi et nécessitent d'autres connaissances de l'activité.

L'artefact, inséré dans la situation, influence l'utilisateur selon différentes modalités qui concernent des aspects variés de la machine. Afin d'étendre Prospect au-delà de l'utilité, trois critères de conception ont été proposés, (Haue, 2003a) op. cit., pour couvrir les différents besoins de l'activité de l'utilisateur et les choix techniques correspondant (tableau ci-dessous). Pour être intégrés dans la démarche générale de conception, ils ont été redéfinis selon la théorie du couplage structurel.

7. Le Moigne (1990), inspiré par Simon, est un des fondateurs de la systémique qui a elle-même inspirée l'approche orientée objet.

	Utilité de la situation d'utilisation de l'artefact	Utilisabilité de la situation d'utilisation	Appropriabilité de la situation d'utilisation
Définition comme couplage	Type de couplage que permet l'artefact	Qualité du déroulement de ce couplage	Facilité de constitution de ce couplage
Aspects de l'activité concernés	Comment l'artefact permet de simplifier l'organisation du quotidien	Comment l'artefact respecte les savoirs insérés dans les situations d'utilisation	Comment l'artefact facilite la découverte de son fonctionnement et de son utilité
Aspects de la machine concernés	Périmètre fonctionnel : commandes et informations fournies par l'artefact	Présentation et dynamique de l'IHM présentant les commandes et information	Compréhensibilité de l'IHM, possibilité d'exploration et de personnalisation, aide interactive/manuel, accompagnement commercial

Tableau 2.- Caractérisation des trois critères de conception dans une orientation grand public.

Ainsi les différents enseignements de l'étude de l'activité de gestion d'énergie, et leurs conséquences pour la conception, peuvent être regroupés selon ces trois critères. Tout d'abord, la programmation ne présente d'**utilité** que pour des familles aux habitudes stables (et intéressées par ce type de fonctionnement). Elle ne doit donc pas être imposée par l'artefact. Et même si la programmation est utilisée, il existe une multitude d'occasions d'actions sur le chauffage : locale et directe (ouvrir une fenêtre, moment de repos ou de maladie), globale au domicile (tout éteindre en partant) ou générale au système (allumer aux premiers froids, départ en vacances).

Les commandes et infos de l'artefact doivent être organisées pour refléter ces types d'interaction :

- Commande locale à une pièce, passant outre la programmation (si utilisée) ;
- Commande globale au logement, redistribuant des commandes locales ;
- Commande sur le système (marche/arrêt du chauffage, programmation ou non, réglages, ...).

Les conditions d'**utilisabilité** varient selon ces types d'utilisation. Les actions locales sont généralement directes et transparentes, selon le besoin ressenti dans le moment. L'artefact doit offrir un accès immédiat aux commandes correspondantes, par exemple par des boîtiers dans les pièces. Les commandes globales doivent de même être accessibles de manière directe, mais à l'endroit où le besoin est susceptible d'être exprimé, c'est-à-dire au lien d'entrée/sortie du logement. Ce type de commande est également à privilégier pour les interactions à distance (WAP, téléphone vocal, Internet) car il permet d'étendre la temporalité des arrivées/départs (oubli ou anticipation pour chauffer le domicile). Enfin les actions sur le système, et en particulier le réglage de la programmation, présentent un aspect plus technique et une fréquence d'utilisation moindre. Elles peuvent donc être moins accessibles et profiteraient d'un support aux capacités interactives plus importantes, comme un ordinateur personnel.

Les problèmes d'utilité et d'utilisabilité ne vont pas sans freiner voire bloquer l'**appropriabilité** et nécessiteraient d'évaluer les nouvelles solutions proposées. D'autres facteurs semblent jouer, notamment pour la programmation qui nécessite des changements importants. La personnalisation des noms de zones (« salon » plutôt que « Zone1 ») semble par exemple indispensable pour aider l'utilisateur à intégrer les mécanismes et actions de l'appareil sur son confort. Ensuite des exemples issus des données suggèrent que des programmes types ne sont pas forcément compris. La description de la situation menant la famille à choisir ce programme offrirait au contraire à l'utilisateur des cas comparables au sien pour avancer la réflexion sur sa programmation. Ces explications pourraient être dans le manuel mais pourraient également être développées sur le site Web de l'entre-

prise, avec d'éventuels questionnaires interactifs. Enfin l'accompagnement et les explications orales jouent un rôle primordiale pour faciliter voire remplacer la programmation par l'utilisateur (notamment pour les personnes âgées). Un service, par exemple en agence EDF, qui proposerait d'aider l'utilisateur à définir sa programmation et de la télécharger par Internet ou grâce à une clé USB, pourrait débloquer bien des situations.

L'interface pour la programmation fournit un exemple intéressant. L'analyse du Cours d'Action de la partie 2 a montré que les difficultés de programmation étaient issues de l'attribution de programmes types se heurtant à la logique journalière des besoins. L'interface interactive présentée dans la partie 1 améliore sensiblement l'utilisabilité car simplifie l'interface, guide l'interaction et rend les notions manipulées plus explicites. Néanmoins les programmes types constituent une étape conceptuelle supplémentaire entre la définition d'un moment de confort et la température ressentie dans une pièce. Plusieurs considérations amènent alors à rejeter cette solution. Tout d'abord, la toute première programmation nécessite une forte concentration sur l'échelle de la semaine, qui serait cassée par les allées retours entre onglets, nécessaires pour définir les programmes types. De plus, un utilisateur dans une pièce accédant à la programmation locale oublierait facilement que le programme type se répercute éventuellement à d'autres endroits. Enfin, prévoir l'appropriation par le plus grand nombre, dont les personnes âgées, incite à simplifier et homogénéiser au maximum les notions à manipuler. Les solutions retenues par la suite se basent sur un modèle simplifié de concepts, mais nécessitant plus d'opérations : chaque zone comprend sept programmes journaliers qui contiennent chacun leurs plages horaires de confort.

3.3.- Modélisation des connaissances situées pour spécifier l'artefact

Les modèles de spécification ont pour rôle d'exprimer les contraintes que devra respecter l'artefact pour garantir une utilisation de qualité. Pour permettre un apport direct à la conception, ils doivent par ailleurs être cohérents et complets⁸. Les critères d'utilité, utilisabilité et d'appropriabilité offrent un découpage des aspects de l'activité qui facilite l'obtention de tels modèles. Par contre, ils n'ôtent pas la complexité de la tâche de construction d'une description symbolique « admissible » du couplage, respectant autant que possible les connaissances situées. Comme le montre la pratique de Prospect à EDF, l'intégration des connaissances situées et symboliques nécessite une confrontation lors d'un **travail collaboratif**. Les modèles sont construits à partir des catégories apportées par l'ergonome et formalisées par un analyste informatique. Le modèle constitue un support commun, qui porte des parcours interprétatifs différents (Bachimont, 1997). L'ergonome le lit comme une abstraction des connaissances situées de l'activité. Il vérifie que le modèle, au cours de son évolution, en propose une description admissible. L'analyste, quant à lui, interprète le modèle par rapport au langage formel utilisé. Il vérifie la rigueur de la syntaxe et de la spécification du code.

Une architecture en trois modèles a été proposée pour répondre aux limites de modélisation des aspects situés de l'activité par les modèles formels et accompagner leur construction collaborative, (Haué, 2003a) op. cit. Trois modèles décrivent la situation selon trois points de vue différents :

- Un **modèle de contexte** explicite la collection des situations types considérées.
- Un **modèle d'exigence machine** résume les éléments que la machine devra présenter, pour permettre les situations considérées.
- Un **modèle pivot** offre une catégorisation abstraite et finie des situations d'utilisation et s'assure de la cohérence de l'ensemble en reliant les deux précédents modèles

8. Le modèle de spécification est le document principal apportant information et valeur contractuelle dans le cas, fréquent dans l'industrie, où une partie de la conception est déléguée à des sous-traitants.

Les modèles ne se construisent pas de manière séquentielle : le modèle de contexte permet d'enrichir et de tester le modèle pivot, qui organise en retour le modèle de contexte. Le modèle d'exigence machine est quant à lui extrait à la fin. La construction progressive des liens entre ces trois modèles accompagne finalement une modélisation de la situation reliant le point de vue de l'utilisateur à celui de la machine, en passant par un pivot abstrait.

Pour chaque critère, d'utilité, d'utilisabilité et d'appropriabilité, il est alors nécessaire de définir un modèle de contexte, un modèle pivot et un modèle d'exigence machine. Les exemples ci-après illustrent l'articulation entre ces trois types de modèles. Pour l'utilité, les modèles de tâche et de concept de Prospect ont été utilisés comme pivot, les modèles de contexte et d'exigence machine ont été rajoutés. Le modèle de contexte formalise les différentes situations dans lesquelles les tâches peuvent être mises en œuvre. Les tâches constituent alors une factorisation des situations qui, par leur variété, conservent une richesse contextuelle. La figure ci-dessous montre que la tâche Modifier un moment de confort, appartenant à la tâche plus générale de Modifier la programmation, peut survenir dans deux situations différentes.

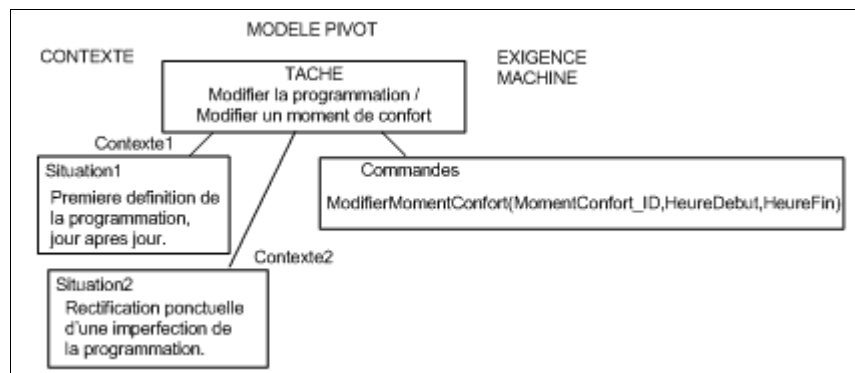


Figure 9.- Modélisation d'un élément d'utilité concernant la programmation.

Une seule tâche permet de définir abstraitement cet élément d'utilité (modèle pivot) qui ne nécessite de la part de la machine qu'une commande (modèle exigence machine). Par contre le modèle de contexte identifie les différentes situations lors desquelles la tâche aura à être réalisée, la commande à être utilisée.

Chaque situation a alors des besoins d'**utilisabilité** différents, à prendre en compte lors des choix de dialogues Homme-Machine. Le principe de dialogue, tel que défini dans (Haradji, Haaue, & Sui-gnard, 2002), fournit une notion abstraite pivot. Il permet en effet de relier une définition opératoire de l'utilisation (contexte intégrant la tâche, la situation et le support considéré) avec le choix d'un élément de dialogue (exigence sur l'IHM). Différents types de principes de dialogue permettent de fonder les choix de navigation, des pages types, des mécanismes d'action, ...

Pour les contextes des Situation1 et Situation2, des principes de dialogues sont présentés ci-dessous, qui déterminent spécifiquement le choix du mécanisme permettant d'ajouter une période de confort.

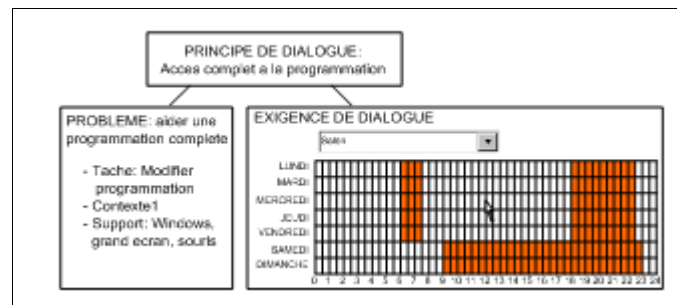


Figure 10.- Principe de dialogue définissant l'utilisabilité pour la Situation1 : Première définition de la programmation.

La situation 1, *Première définition de la programmation*, est suffisamment complexe pour nécessiter un support permettant une interaction riche (grand écran et dispositif précis de pointage comme la souris). La solution de dialogue de la Figure 10, tirée de (Haradji, et al., 2002) op. cit., offre la possibilité d'une modification immédiate en un clic et la visibilité sur l'ensemble de la semaine, afin d'aider l'évocation par l'utilisateur de ses besoins typiques de confort. Le désagrément du nombre plus important d'opérations à réaliser est limité par leur simplicité opératoire et par l'interface qui présente une cohérence d'ensemble et avec l'endroit dont les besoins sont évoqués.

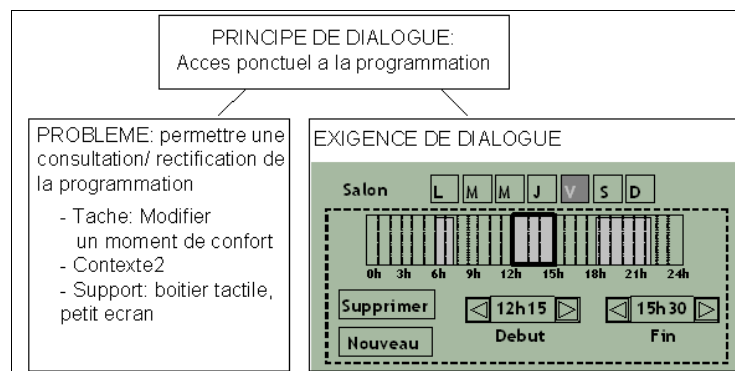


Figure 11.- Principe de dialogue définissant l'utilisabilité pour la Situation2 : Rectification ponctuelle d'une imperfection de la programmation.

La situation 2, *Rectification ponctuelle d'une imperfection de la programmation*, suppose au contraire une activité insérée dans une utilisation quotidienne et un but plus précis. L'utilisateur, au contact du fonctionnement du chauffage, a identifié un changement précis à effectuer pour faire correspondre la programmation à ses habitudes. L'interaction étant moins complexe et mieux spécifiée, elle peut être fractionnée pour être portée par un support moins riche mais plus accessible, comme le boîtier central au domicile. Le principe de dialogue de la Figure 11 présente une solution adaptée à un écran tactile, pour modifier les moments de confort en les sélectionnant et en modifiant leur début et leur fin. La navigation entre jour et zone et le mécanisme pour créer un nouveau moment de confort ne sont ici pas spécifiés et nécessiteraient d'autres principes de dialogues.

Les besoins d'**appropriabilité** sont également différents pour ces deux situations, mais leur formalisation reste à établir. Grâce au choix du support, la compréhension de la solution pour la situation1 est immédiate. Par contre anticiper les conséquences d'une action sur le confort nécessite un grand nombre de pré-requis : formulation des habitudes de la famille, compréhension des notions de con-

fort (moment de chauffe) et d'économie (absence de chauffage), inertie nécessitant un moment de chauffe pour atteindre la température souhaitée, découpage en zones, etc. Assurer la bonne utilisation nécessiterait que chacune de ces notions soit rendue accessible à l'utilisateur. Il est possible d'utiliser une aide interactive ou le manuel mais également d'ouvrir sur les aspects organisationnels comme les explications commerciales, etc. Dans le cas de la situation 1, une solution complémentaire mais optionnelle pourrait être un assistant (*wizard*) qui découpe, pour le programmeur novice, la programmation en étapes pertinentes et apporte à chaque fois les informations nécessaires.

La situation 2 suppose la modification d'une programmation déjà établie et donc que les notions nécessaires sont acquises. Le caractère exigü du boîtier tactile amène par contre une solution moins immédiate. A nouveau les explications peuvent être apportées par une aide interactive, le manuel, etc. Mais l'exploration directe est la meilleure manière d'apprendre à se servir d'une application interactive, si ces essais peuvent se faire sans provoquer de catastrophe (Carroll, 1990b). Cela suggère que le choix des principes de dialogues peut participer à l'appropriabilité. Une navigation offrant un bouton « Valider » et un bouton « Annuler » permettrait en effet de quitter l'écran sans prendre en compte les modifications non voulues issues de manipulations exploratoires. Dans le cas de modifications validées, la transition d'écran pourrait souligner le changement enregistré afin d'offrir à l'utilisateur une dernière chance de détecter une erreur.

Conclusion

Les mouvements centrés sur l'artificiel et sur l'activité présentent des fondements différents par nature, ce qui gêne leur communication et leur collaboration dans une démarche commune de conception. Toute approche centrée utilisateur se doit de fournir les théories et méthodologies pour assurer le passage entre une étude de l'activité et la construction technique. La définition de la situation d'utilisation selon la théorie du couplage structurel offre une ligne de démarcation et d'articulation entre artificiel/vivant selon la prédétermination/l'émergence de la structure d'interaction. Elle permet de qualifier la transformation opérée lors de la formalisation symbolique : une description « admissible » de l'émergence par un modèle à la structure fixe, dont la validité est limitée à la situation d'activité modélisée.

Le travail présenté, basé sur la CCCA et l'expérience développée à EDF, offre une base théorique, épistémologique et pratique pour une démarche générale de conception articulant l'étude située de l'activité et la construction de l'artefact. Les différentes connaissances situées de l'activité, recueillies lors d'une étude empirique, sont progressivement formalisées selon trois niveaux de conception (utilité/utilisabilité/appropriabilité) et selon trois perspectives (modèles du point de vue de l'utilisateur/abstrait/de la machine). De cette manière, il est possible de s'assurer que les choix de conception influençant la qualité finale sont fondés par des connaissances sur l'utilisation future de l'artefact.

Les fragments de modèles présentés suggèrent comment étendre Prospect : 1) en intégrant des informations sur le contexte pour l'utilité et 2) en couvrant également les choix de conception des dialogues et de l'aide à l'utilisateur. Le caractère général des notions proposées pose alors le challenge de l'exploration et de la couverture des différents domaines de conception. Il permet d'envisager un enrichissement par les travaux existants d'observation et d'analyse empirique de l'activité, par les formats de modélisation et par les outils de programmation. La conception des situations de travail collaboratif pose notamment un défi intéressant pour l'application des critères de conception. Une piste est fournie par la notion de mécanisme collaboratif (Schmidt, & Simone, 1996), construction formée d'un artefact matériel et d'un protocole spécifiant de manière plus ou moins formelle son utilisation. Elle pourrait définir l'utilité collaborative, comme les mécanismes que doit porter l'artefact,

pouvant se décliner en tâches différentes selon les individus. La notion de *Mutual Awareness* (Salembier, & Zouinar, 1997) et la gestion des espaces publics, privés et partagés constituerait un élargissement par rapport aux principes de dialogues définis aujourd'hui.

REMERCIEMENTS

Cette étude doit tout au financement par EDF et le ministère de la recherche et plus particulièrement à l'accueil, l'intérêt et la collaboration des membres du groupe IHM. Qu'ils en soient remerciés.

BIBLIOGRAPHIE

- Bachimont, B. (1997). L'artefacture entre herméneutique de l'objectivité et de l'intersubjectivité ; un projet pour l'intelligence artificielle. In J.-M. Salanskis, F. Rastier, & R. Scheps (Eds.). *Herméneutique : texte, sciences*. Paris: PUF.
- Bastien, J.M.C., & Scapin, D.L. (1995). Evaluating a User Interface with Ergonomic Criteria. *Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121.
- Bayle, E., Bellamy, R., Casaday, G. et al. (1998). *Putting it all together: Towards a pattern language for interaction design. A CHI 97 Workshop*. SIGCHI Bulletin.
- Benyon, D.R. (1996). Domain Models in User Interface Design. In D.R. Benyon, & P. Palanque (Eds.). *Critical Issues in User Interface Systems Engineering*. New York: Springer-Verlag.
- Boehm, B.W. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer, mai*, 61-72.
- Bonneau, D., Brison, G., Lorteau, S. et al. (2003). *Le procédé PROSPECT ou comment spécifier un système interactif ?* Rapport No HE-78/03/009. Clamart: EDF R&D.
- Brisson, G., Cadet, P., Faveaux, L. et al. (1997). *La démarche centrée utilisateurs dans le processus de développement d'une application interactive*. EDF R&D - Ackia.
- Brisson, G., Faveaux, L., Haradji, Y. et al. (1999). *Les évaluations ergonomiques des systèmes interactifs et des produits grand public*. EDF R&D, Ackia.
- Carroll, J.M. (1990a). *Infinite detail and emulation in an ontologically minimized HCI*. Communication présentée à CHI90: Human Factors in Computing Systems, Seattle.
- Carroll, J.M. (1990b). *The Nurnberg Funnel ; Designing minimalist instruction for practical computer skill*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Carroll, J.M. (1995). *Scenario-based design: envisioning work and technology in system development*. New York: John Wiley & Sons.
- Carroll, J.M. (2003). *HCI Models, Theories, and Frameworks. Toward a Multidisciplinary science*. Morgan Kaufmann.
- Dreyfus, H. (1984). *L'intelligence artificielle, mythes et légendes*. Paris: Flammarion.
- Greenbaum, J., & Kyng, M. (1991). *Design at work*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Griffiths, R., & Pemberton, L. (2001). *Patterns in Human-Computer Interaction Design*. Communication présentée à IHM-HCI 2001, Lille, France.
- Grosjean, M., Lacoste, M., & Levy, E. (2001). *Approche ethnographique et socio-pragmatique des nouveaux services interactifs*. Rapport interne. Clamart: EDF R&D.
- Grudin, J. (1994). CSCW : History and Focus. *IEEE Computer*, 27(5), 19-27.
- Haradji, Y. (1998). *L'analyse de l'activité et le modèle de tâches dans la spécification d'un système interactif*. Communication présentée à Ergo'IA 98, Biarritz.
- Haradji, Y., Haué, J.-B., & Suignard, P. (2002). *Les principes de dialogue : une étape incontournable dans la conception de l'interaction H/M*. Communication présentée à IHM 2002, Poitiers.
- Haué, J.-B. (2003a). *Conception d'interfaces grand public en terme de situations d'utilisation : le cas du Multi-Accès*. Thèse Contrôle des Systèmes, Université de Technologie de Compiègne, Compiègne.

- Haué, J.-B. (2003b). *Étude de l'activité du quotidien de gestion d'énergie dans une finalité de conception*. Communication présentée aux Journées Act'ing 2003, Quiberon, France.
- Larvet, P. (1994). *Analyse des Systèmes : de l'approche fonctionnelle à l'approche objet*. Paris: InterEdition.
- Le Moigne, J.-L. (1990). *La théorie du système général*. Paris: PUF.
- Lebois, V., & Beillan, V. (1999). *Synthèse des retours d'expérience socio-techniques centrée sur l'utilisateur*. Rapport No HN-55/98/022. Clamart: EDF R&D.
- Maturana, H., & Varela, F. (1994). *L'arbre de la connaissance*. Paris: Addison-Wesley France.
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard.
- Nardi, B.A. (1996). *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Newell, A., Shaw, J.C., & Simon, H. (1958). Elements of a theory of human problem-solving. *Psychological Review*, 65, 151-166.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston: Academic Press.
- Nielsen, J. (1995). Guidelines for Multimedia on the Web, A Jakob Nielsen's Alertbox <http://www.useit.com/alertbox/9512.html>
- Norman, D.A., & Drafer, S.W. (1986). *User centered system design ; New perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates publishers.
- Paterno, F., Mancini, C., & Meniconi, S. (1997). *ConcurTaskTrees: a diagrammatic notation for specifying task models*. Communication présentée à Human-Computer Interaction 1997 (INTERACT'97), Sydney, Australie.
- Salembier, P., & Zouinar, M. (1997). *Analysing And Assessing Mutual Awareness in cooperative work settings*. Rapport de recherche COTCOS.
- Scapin, D.L., & Pierret-Golbreich, C.D. (1989). *MAD : Une méthode analytique de description des tâches*. Communication présentée à Colloque sur l'ingénierie des Interfaces Homme-Machine (IHM'89), Sophia-Antipolis, France.
- Schmidt, K., & Simone, C. (1996). Coordination mechanisms: Towards a conceptual foundation of CSCW systems design. *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing*, 5 (2-3), 155-200.
- Shneiderman, B. (1998). *Designing the User Interface: strategies for effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Simon, H.A. (1969). *The Sciences of the Artificial*. Massachusetts Institute of Technology.
- Stiegler, B. (1994). *La Technique et le temps*. Vol 1, La Faute d'Epiméthée. Paris: Galilée/Cité des Sciences et de l' Industrie.
- Suchman, L.A. (1987). *Plans and situated actions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Theureau, J. (2000). Éléments essentiels de l'analyse des cours d'action en relation avec la question de l'analyse des compétences. In J.M.A. Barbier (Ed.). *L'analyse de la singularité de l'action*. Paris: PUF.
- Theureau, J. (2003). Dynamic, living, social and cultural complex systems: principles of design-oriented analysis. In H. Benckroun, & P. Salembier (Eds.). *Cooperation and Complexity*. Paris: Hermès.
- Theureau, J., & Jeffroy, F. (1994). *Ergonomie des situations informatisées*. Toulouse: Octarès Éditions.
- Van Harmelen, M. (2001). *Object Modeling and User Interface Design: Designing Interactive Systems*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Vanderdonckt, J. (1998). *Towards a Corpus of Validated Web Design Guidelines*. Communication présentée à 4th ERCIM Workshop on 'User Interfaces for All', Stockholm, Suède.
- Varela, F.J., & Shear, J. (1999). *The View from Within: First Person Approaches to the Study of Consciousness*. UK: Imprint Academic.
- Veyne, P. (1971). *Comment on écrit l'histoire*. Paris: Édition du Seuil.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Winograd, T., & Flores, F. (1989). *L'intelligence artificielle en question*. Paris: PUF.

RÉFÉRENCEMENT

Haué, J.-B.. (2004). Intégrer les aspects situés de l'activité dans une ingénierie cognitive centrée sur la situation d'utilisation, *@ctivités*, 1 (2), 170-194. <http://www.activites.org/v1n2/haue.pdf>